

PARTIAL TRANSLATION OF JP 11(1999)-354728 A

Publication Date: December 24, 1999

Patent Application Number: 10(1998)-160893

Filing Date: June 9, 1998

Inventor: Naoki NISHIMURA

Applicant: CANON INC

[Title of the Invention] MAGNETIC THIN FILM MEMORY AND ITS RECORDING, REPRODUCING AND DRIVING METHOD

(Page 5, column 7, lines 18-28)

[0047]

Example 4

In FIG. 1, a plurality of memory elements is arranged in one layer of the magnetoresistive film 1. Alternatively, a single memory element may be arranged in one layer of the magnetoresistive film 1, and two or more layers may be superimposed as shown in FIG. 4. This configuration further can improve the degree of integration per unit area.

[0048]

However, too many layers may complicate the manufacturing process and increase the whole thickness. Therefore, the number of layers of magnetic thin film memory elements is in the range of 2 to 200, preferably in the range of 2 to 100, and more preferably in the range of 10 to 50.

(page 5, column 8, lines 11-24)

[0051]

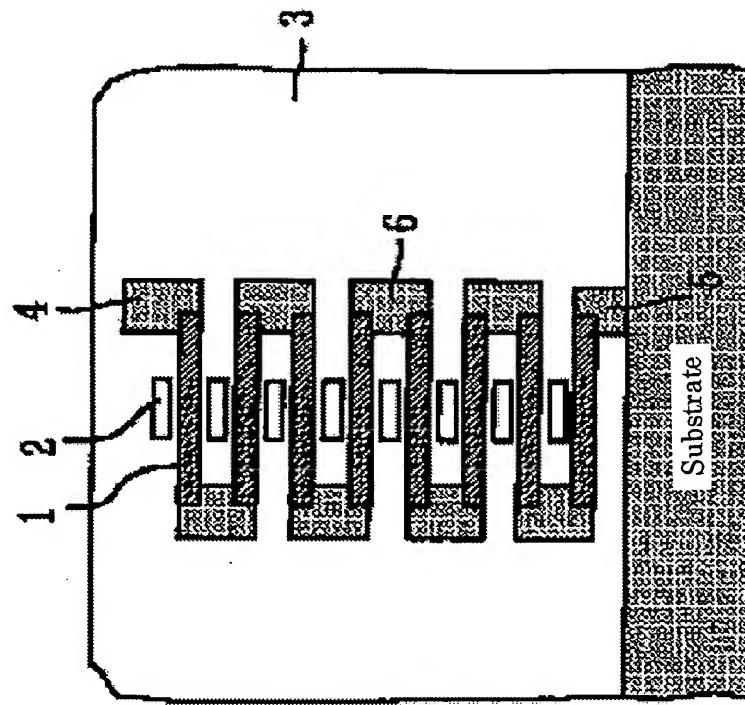
FIGS. 7 and 8 are cross-sectional views showing an example of a device structure including a transistor. FIG. 7 illustrates a structure in which a MOS (metal oxide semiconductor) transistor is provided in the memory as shown in FIG. 3. FIG. 8 illustrates a structure in which a MOS transistor is provided in the memory as shown in FIG. 4. One end of a magnetoresistive film 1 is connected electrically to the drain region of a field-effect transistor via an electrode 5. The other end is connected to an electrode 4 having a constant voltage of VDD. To arrange the magnetoresistive films 1 in layers, good conductors 6 are used to connect different layers so that the magnetoresistive films 1 are connected

electrically in series, i.e., the magnetoresistive film as a whole is folded via the good conductors 6. Moreover, n-type wells 9, 10 are formed in a p-type semiconductor Si substrate as source and drain regions, and a gate electrode 8 is formed, thereby providing the MOS transistor.

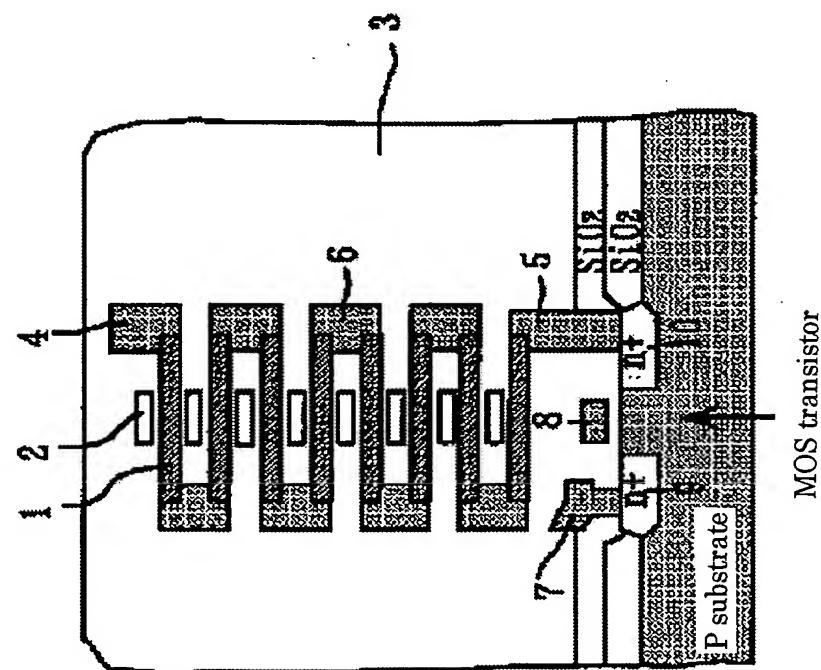
[Description of the Reference Numerals]

- 1 Magnetoresistive film
- 2 Write line
- 3 Insulator
- 4,5,7 Good conductor
- 6 Good conductor with low resistance
- 8 Gate electrode
- 9,10 N-type well

[ FIG. 4 ]



[ FIG. 8 ]



(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11354728 A

(43) Date of publication of application: 24 . 12 . 99

(51) Int. Cl

**H01L 27/10**  
**G11C 11/15**  
**H01L 43/08**

(21) Application number: 10160893

(71) Applicant: CANON INC

(22) Date of filing: 09 . 06 . 98

(72) Inventor: NISHIMURA NAOKI

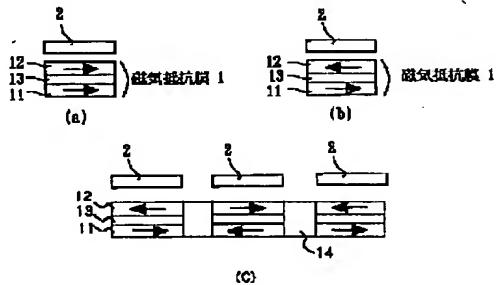
**(54) MAGNETIC THIN FILM MEMORY AND ITS  
RECORDING, REPRODUCING AND DRIVING  
METHOD**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a nonvolatile solid memory having a high integration degree.

**SOLUTION:** A first magnetic layer 11 having a low coercive force and second magnetic film 12 having a high coercive force are laminated through a nonmagnetic layer, and at least two or more magnetic thin film memory elements having a magnetoresistance film 1 revealing a different resistance value, depending on the relative angle of the magnetizing direction of the first magnetic layer 11 to that of the second magnetic layer 12 and conductive write wires 2 near the magnetoresistance film 1 are laminated and arranged on a substrate, thereby constituting a magnetic thin film memory.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-354728

(43)公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 01 L 27/10  
G 11 C 11/15  
H 01 L 43/08

識別記号  
451

F I  
H 01 L 27/10  
G 11 C 11/15  
H 01 L 43/08

451  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-160893

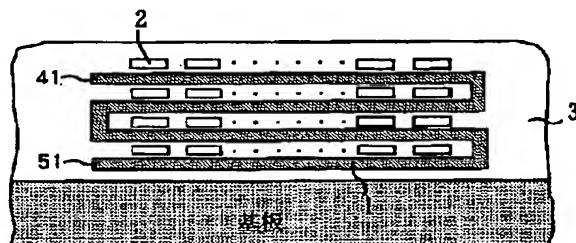
(22)出願日 平成10年(1998)6月9日

(71)出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
(72)発明者 西村 直樹  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内  
(74)代理人 弁理士 若林 忠 (外4名)

(54)【発明の名称】 磁性薄膜メモリおよびその記録再生駆動方法

(57)【要約】

【課題】 高い集積度の不揮発固体メモリを提供する。  
【解決手段】 低い保磁力を有する第1磁性層と、高い保磁力を有する第2磁性層が、非磁性層を介して積層され、該第1磁性層の磁化の向きと該第2磁性層の磁化の向きの相対角度によって異なる抵抗値を示す磁気抵抗膜と、該磁気抵抗膜近傍に設けられた良導体からなる書き込み線とを有する磁性薄膜メモリ素子が、基板上に少なくとも2個以上積層して配列してなることを特徴とする磁性薄膜メモリの提供。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 低い保磁力を有する第1磁性層と、高い保磁力を有する第2磁性層が、非磁性層を介して積層され、該第1磁性層の磁化の向きと該第2磁性層の磁化の向きの相対角度によって異なる抵抗値を示す磁気抵抗膜と、該磁気抵抗膜近傍に設けられた良導体からなる書き込み線とを有する磁性薄膜メモリ素子が、基板上に少なくとも2個以上積層して配列してなることを特徴とする磁性薄膜メモリ。

【請求項2】 請求項1記載の磁性薄膜メモリであって、前記磁気抵抗膜が直列に接続されてなることを特徴とする磁性薄膜メモリ。

【請求項3】 請求項2記載の磁性薄膜メモリであって、積層された各前記磁気抵抗素子の間に導電体からなる接続部が設けられてなることを特徴とする磁性薄膜メモリ。

【請求項4】 請求項2記載の磁性薄膜メモリであって、該直列に接続された磁気抵抗膜の少なくとも一端に、該磁気抵抗膜の抵抗値を検出する回路が接続され、前記書き込み線には電流を供給する回路が接続されてなることを特徴とする磁性薄膜メモリ。

【請求項5】 請求項1記載の磁性薄膜メモリ素子が基板面上にマトリックス状に配列されており、該磁気抵抗膜の端部が電界効果トランジスタもしくはダイオードからなる半導体素子に電気的に接続していることを特徴とする磁性薄膜メモリ。

【請求項6】 請求項1記載の磁性薄膜メモリ素子において、前記書き込み線に電流を流し該電流により生じる磁界により前記第2磁性層の磁化方向を定め、前記書き込み線の電流方向を変えることにより“0”と“1”的状態を記録することを特徴とする磁性薄膜メモリの記録方法。

【請求項7】 請求項1記載の磁性薄膜メモリ素子において、再生時の書き込み電流により生じる磁界により、前記メモリ素子の第1磁性層のみの磁化方向が反転することにより生じる抵抗変化を利用して第2磁性層に記録した情報を読み込むことを特徴とする磁性薄膜メモリの再生方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は固体メモリに関し、さらに詳細には高い集積度の不揮発固体メモリならびにそれを用いたメモリの記録および再生方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体メモリには、DRAMのように電源を失うと情報が消失する揮発性メモリと、フラッシュメモリ、強誘電体メモリなど、電源を失っても情報が消失しない不揮発性メモリがある。

【0003】 DRAM、強誘電体メモリは、情報を記録する部分がコンデンサからなりこのコンデンサに貯えら

れた電荷の有無もしくは分極の向きにより情報が記録されるため、一つのメモリセルには最低一つのトランジスタが必要となる。

【0004】 フラッシュメモリは、フローティングゲートに電荷が蓄積されるかどうかでトランジスタのコントロールゲートのしきい電圧を変化させてるので、やはり一つのメモリセルに最低一つのトランジスタが必要となる。

【0005】 一方、トランジスタは、Si結晶中にボロン、リンなどの不純物元素を注入してp型もしくはn型の半導体を形成することにより作成される。この際のSi結晶は、適正なバンド構造の半導体物性値を得るために、欠陥のない結晶構造が必要である、または不純物元素の注入に耐えうる程度の膜厚が必要である。これらの理由により、トランジスタを形成したSi基板の上にさらにSi膜を作成して、トランジスタを積み重ねて作成することは、きわめて困難で実用化にいたっていない。

【0006】 従って、従来の固体メモリでは、一つのメモリセルに最低一つのトランジスタが必要で、かつ、そのトランジスタを重ねて作成するができないため、膜厚方向に複数のメモリセルを積層して作成することが不可能であった。

## 【0007】

【本発明が解決しようとする課題】 このため、従来の固体メモリでは、高い集積度を達成することが困難であった。本発明はこの点に鑑み、高い集積度の不揮発固体メモリの実現を目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の磁性薄膜メモリは、低い保磁力を有する第1磁性層と、高い保磁力を有する第2磁性層が、非磁性層を介して積層され、該第1磁性層の磁化の向きと該第2磁性層の磁化の向きの相対角度によって異なる抵抗値を示す磁気抵抗膜と、該磁気抵抗膜近傍に設けられた良導体からなる書き込み線とを有する磁性薄膜メモリ素子が、基板上に少なくとも2個以上積層して配列してなることを特徴とする。

【0009】 また、前記の磁性薄膜メモリは、前記磁気抵抗膜が直列に接続されてなることを特徴とする。

【0010】 また、前記の磁性薄膜メモリは、積層された各前記磁気抵抗素子の間に導電体からなる接続部が設けられてなることを特徴とする。

【0011】 また、前記の磁性薄膜メモリは、該直列に接続された磁気抵抗膜の少なくとも一端に、該磁気抵抗膜の抵抗値を検出する回路が接続され、前記書き込み線には電流を供給する回路が接続されてなることを特徴とする。

【0012】 また、前記磁性薄膜メモリ素子が基板面上にマトリックス状に配列されており、該磁気抵抗膜の端部が電界効果トランジスタもしくはダイオードからなる半導体素子に電気的に接続していることを特徴とする。

【0013】また、前記磁性薄膜メモリ素子において、前記書込み線に電流を流し該電流により生じる磁界により前記第2磁性層の磁化方向を定め、前記書込み線の電流方向を変えることにより“0”と“1”的状態を記録することを特徴とする磁性薄膜メモリの記録方法を提供する。

【0014】また、前記磁性薄膜メモリ素子において、再生時の書込み電流により生じる磁界により、前記メモリ素子の第1磁性層のみの磁化方向が反転することにより生じる抵抗変化を利用して第2磁性層に記録した情報を読み込むことを特徴とする磁性薄膜メモリの再生方法を提供する。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に本発明の磁性薄膜メモリに用いられる磁気抵抗膜の各層の特徴を述べる。

【0016】第1磁性層、第2磁性層は、Ni、Fe、Coの少なくとも一種を主成分として用いられるか、CoFeを主成分とするアモルファス合金として用いられることが望ましい。例えば、NiFe、NiFeCo、Fe、FeCo、Co、CoFeBなどの磁性膜からなる。

【0017】(第1磁性層の材料) 第1磁性層は、第2磁性膜よりも低い保持力を有する。このため、第1磁性層には、Niを含む軟磁性膜が好ましく、具体的には、特にNiFe、NiFeCoを主成分として用いられることが望ましい。またFeCoでFe組成の多い磁性膜、CoFeBなどの保磁力の低いアモルファス磁性膜でも良い。

【0018】NiFeCoの原子組成比は、Ni<sub>x</sub>Fe<sub>y</sub>Co<sub>z</sub>とした場合、xは40以上95以下、yは0以上40以下、zは0以上50以下、好ましくはxは50以上90以下、yは0以上30以下、zは0以上40以下、更に好ましくはxは60以上85以下、yは10以上25以下、zは0以上30以下が良い。

【0019】また、FeCoの原子組成は、Fe<sub>x</sub>Co<sub>100-x</sub>とした場合、xは50以上100以下、好ましくは、xは60以上90以下が良い。

【0020】また、CoFeBの原子組成は、(Co<sub>x</sub>Fe<sub>100-x</sub>)<sub>100-y</sub>B<sub>y</sub>とした場合、xは80以上96以下、yは5以上30以下が良い。好ましくはxは86以上93以下、yは10以上25以下が良い。

【0021】(第2磁性層の材料) 第2磁性層は第1磁性層よりも高い保磁力を有する。例として第1磁性層と比較してCoを多く含む磁性層が望ましい。

【0022】Ni<sub>x</sub>Fe<sub>y</sub>Co<sub>z</sub>は、それぞれ原子組成比で、xは0以上40以下、yは0以上50以下、zは20以上95以下、好ましくはxは0以上30以下、yは5以上40以下、zは40以上90以下、更に好ましくはxは5以上20以下、yは10以上30以下、zは50以上85以下が良い。

【0023】Fe<sub>x</sub>Co<sub>100-x</sub>は、原子比で、xは0以上50以下が良い。

【0024】また第2磁性層に保磁力の制御、耐食性の向上などの目的でPt等の添加元素を加えても良い。

【0025】(保磁力制御の方法) CoにFeを添加すると保磁力は小さくなり、Ptを添加すると保磁力は大きくなるので、第2磁性層を例えばCo<sub>100-x-y</sub>Fe<sub>x</sub>Pt<sub>y</sub>として元素組成xおよびyを調節して保磁力を制御すればよい。また成膜時の基板温度高くすることによっても保磁力を高めることができるので別の保磁力の制御方法として成膜時の基板温度を調節することもよい。この方法と前述した強磁性薄膜の組成を調節する方法とを組合せてもよい。また第1磁性層の保磁力の調節も上述と同様に、膜組成と成膜時の基板温度で調節することができる。

【0026】また、前述の通りNiを添加すると保磁力を小さくすることができる。

【0027】(層構成のタイプ) 前述の通り、本発明の磁気抵抗膜の例としては、第1磁性層は、第2磁性層よりも低い保磁力を有して、「検出層(第1磁性層)／非磁性層／メモリ層(第2磁性層)」とする構成が挙げられる。これは第1磁性層を読みだした時に相対検出させるために反転させる検出層、第2磁性層を磁化情報が保存されるメモリ層とする。記録電流によってメモリ層(第2磁性層)を反転させ、再生時は、検出層(第1磁性層)のみを反転させる。

【0028】保磁力の範囲は、検出層では2(Oe)以上20(Oe)以下、好ましくは5(Oe)以上10(Oe)以下が良い。また、検出層の保磁力はメモリ層の保磁力の半分程度にすることが望ましい。メモリ層では、5(Oe)以上50(Oe)以下、好ましくは10(Oe)以上25(Oe)以下が良い。

【0029】(第1磁性層の膜厚) 第1磁性層の膜厚は、散乱型の巨大磁気抵抗効果が効率よく発生するように設定する。具体的には、第1磁性層の膜厚が電子の平均自由行程より大幅に大きくなると、フォノン散乱を受けてその効果が薄れるため、少なくとも200Å以下であることが望ましい。さらに好ましくは150Å以下が良い。しかし、薄すぎるとセルの低抗値が小さくなり再生信号出力が減少してしまい、また磁化を保持できなくなるので、20Å以上が望ましく、さらには80Å以上が望ましい。

【0030】(第2磁性層の膜厚) 第2磁性層の膜厚も第1磁性層の場合と同様に、散乱型の巨大磁気抵抗効果が効率よく発生するように、少なくとも200Å以下であることが望ましい。さらに好ましくは150Å以下が良い。しかしあまり薄すぎるとメモリ保持性能が劣化し、また再生信号出力が減少するため、また、セル抵抗値が小さくなり、また磁化を保持できなくなるので、20Å以上が望ましく、さらには80Å以上が望ましい。

【0031】(非磁性層の材料、膜厚) 非磁性層は良導体からなり、好ましくはC<sub>u</sub>を主成分として用いられることが、磁性層とフェルミエネルギー準位が近く、密着性もよいため、磁化方向が変わるとときに界面で抵抗が生じ易く大きな磁気抵抗比を得るのに好都合である。また、非磁性層の膜厚は5 A以上60 A以下であることが望ましい。

【0032】(その他の構成) 第1磁性層と非磁性層の間、もしくは第2磁性層と非磁性層の間、もしくは第1磁性層と非磁性層の間および第2磁性層と前記非磁性層の間にC<sub>o</sub>を主成分とする磁性層が設けられると、磁気抵抗比が高くなるため、より高いS/N比が得られるため望ましい。この場合のC<sub>o</sub>を主成分とする層の厚みは20 A以下が好ましく、5 A以上が好ましい。

【0033】またS/Nを向上させるために、(第1磁性層/非磁性層/第2磁性層/非磁性層)を1つのユニットとして、このユニットを積層しても良い。

【0034】積層する組数は多い程MR比が大きくなり好ましいが、余り多くするとMR磁性層が厚くなり電流を多く必要とする。このため、積層の回数は40組以下、さらに好ましくは3~20組程度に設けられるのが好ましい。

#### 【0035】

【作用】本発明に関わる磁性薄膜メモリにおいては、直列に接続されたメモリセルが基板の膜厚方向に積層されているため、集積度が高く、チップの単位面積当たりの記録容量が大きい磁性薄膜メモリを実現することが出来る。また、電源が断たれても情報を失わない、繰り返し書き換回数が無限回に近く、放射線が入射すると記録内容が消失する危険性がない等、半導体メモリと比較して有利な点がある。

#### 【0036】

【実施例】本発明の実施例を、図面を用いてより詳細に説明する。

#### 【0037】実施例1

図1は本発明の磁性薄膜メモリの一例について、その断面を示した図である。図に示したように、本発明の磁性薄膜メモリは、情報が記録される磁気抵抗膜1と、磁気抵抗膜1上に絶縁体3を介して積層された良導体金属からなる書き込み線2を有する磁性薄膜メモリ素子が磁気抵抗膜1が電気的に直列に接続された形で、基板上に少なくとも2段以上に積層して構成される。書き込み線2は紙面の垂直方向に電流が流れるように設けられており、その一部は点線で省略して示してある。

【0038】磁気抵抗膜1の両端41、51には、図示していないが、それぞれ良導体からなる読み込み線が接続されており、この間の抵抗変化を測定することができるよう、センス回路等が接続される。磁気抵抗膜1上にはSiO<sub>2</sub>、SiN<sub>x</sub>などからなる絶縁体3を介して書き込み線2を設ける。絶縁層を設けるのは、書き込み線と磁

気抵抗膜が電気的に接続されるのを防ぐためである。

【0039】図2は、図1に示した磁気抵抗膜1を、より詳細に示したものである。磁気抵抗膜1は、図2に示すように、主に膜面内の一方向に磁化配向しており低い保磁力を有する第1磁性層11と、主に膜面内の一方向に磁化配向しており高い保磁力を有する第2磁性層12が、非磁性層13を介して積層される。

【0040】この磁気抵抗膜は、第1磁性層11の磁化と該第2磁性層12の磁化の向きの相対角度によって異なる抵抗値を示す。例えば図2(a)に示すように平行の時は低い抵抗値を示し、図2(b)に示すように反平行の時は高い抵抗値を示す。このため、“0”、“1”的デジタル情報を、例えば、図2(a)、図2(b)にそれぞれ対応させれば、抵抗値の差で記録されたデジタル情報を検出することができる。情報は、書き込み線一つに対して1ビット記録される。すなわち、書き込み線2の数がn個あれば、nビットの情報が保存されることになる。例えば図2(c)に示すように、書き込み線2を3個設け、各書き込み線2の下部に、前記磁気抵抗膜を設ければ、合計3ビットの情報が保持される。さらにこれを積層することで情報量が積層した回数分増える。尚、図2(c)では1ビットの磁気抵抗膜間に良導体14を設けて、情報保持に無関係な部分の抵抗を低減しているが、良導体14の代わりに軟磁性膜を設けてスピニ配向性を改善しても良く、良導体14を製造プロセス簡略化のために削除しても良い。

【0041】このメモリ素子では、保磁力の小さい第1磁性層は、第2磁性層に保存された磁化情報を、磁気抵抗効果を利用して読み出すために設けられたものである。保磁力の大きい第2磁性層は、磁化情報を保存するために設けられたものである。第1磁性層の保磁力は2

(Oe)以上で20(Oe)以下、第2磁性層の保磁力は10(Oe)以上で50(Oe)以下にすることが望ましい。また、第1磁性層の保磁力は第2磁性層の保磁力の半分程度にすることが望ましい。

【0042】図2に示した構造は、保磁力の大きい第2磁性層を書き込み線側に設けているが、保磁力の小さい第1磁性層を書き込み線側に設けてもよい。しかし、保磁力の大きい磁性層は磁化反転させるためにより大きな電流を要するため、保磁力の大きい第2磁性層を書き込み線側に設けた方が消費電流が小さくなるので、より望ましい。

【0043】本実施例及び以下の実施例において、第1磁性層、第2磁性層、非磁性層の材質や膜厚等は前記したもののが用いられる。

#### 【0044】実施例2

図3は本発明の磁性薄膜メモリの別の例について、その断面を示した図である。磁気抵抗膜を積層した際に、その折り返し箇所には、図3に示したように、抵抗値の低い良導体6を設けることが望ましい。こうすると、情報

7  
保存に無関係な部分の抵抗値を小さくすることができ、S/N比の良いメモリ素子を作成することができる。

【0045】これらの接続のための良導体は電気抵抗値が磁気抵抗膜よりも小さい材料、例えば、アルミニウム、銅などを含む材料が望ましい。また、前述の通り、磁気抵抗膜1の端部にも、半導体素子やセンス回路などを接続するために、良導体4、5を設けることが望ましい。

【0046】実施例3

直列配列したメモリ素子の数を増やすと、時定数が大きくなつて読み込み速度が低下し、全体の抵抗値の増大に伴つて熱雑音が増加する。この悪影響を抑えるためには、1つの直列構造に配列するメモリ素子の数は、256個以内とすることが望ましい。より望ましくは10個以内、さらに望ましくは4個以内が良い。また、本発明の効果を発揮するためには最低でも2個のメモリ素子を直列配列しなければならない。

【0047】実施例4

また、図1には、磁気抵抗膜の1段に複数個のメモリ素子を配列した場合を示したが、図4に示すように磁気抵抗膜の1段に1個だけのメモリ素子を配置して、これを複数回積層してもよい。この場合には、単位面積当たりの集積度をさらに高くすることができる。

【0048】但し、あまり積層回数を増やすと、製造工程が複雑になる、全体の膜厚が増加するなどの問題が発生するため、磁性薄膜メモリ素子の積層回数は、2回以上であつて、200回以下、望ましくは100回以下、さらに望ましくは10回～50回がよい。

【0049】実施例5

本発明の磁性薄膜メモリは、前述のように直列構造において250個以下のメモリ素子が並ぶように配列することが望ましい。このため、1つのメモリチップにおいて数100Mバイトもしくは数Gバイトの容量を達成する場合には、例として図1、3、4に示した積層されたメモリ素子の直列構造を一単位としたものを数多く配列して全体のメモリを構成する必要がある。このためには、直列構造を並列に配列してマトリックス構造にすることが望ましい。

【0050】このマトリックス構造は、回路図面で示した場合、図5に示した一単位の直列構造を並列に配列して図6に示したように構成する。図6では、周囲にある大部分の回路構造を省略して、4個の直列構造を並列化したものを示している。各直列構造間の電気的なクロストークを解消するためには、トランジスタやダイオードなどの半導体素子を各直列構造に設けることが望ましく、より好ましくは、電界効果トランジスタなどのアクティブ素子を設けることが望ましい。図5、6には、磁気抵抗膜の一端をトランジスタに接続し、他端は電源電圧VDDに接続した例を示している。各直列構造の選択は、トランジスタのゲート電極に接続されている選択線

10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1098 1099 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1197 1198 1199 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1297 1298 1299 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1397 1398 1399 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1497 1498 1499 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1597 1598 1599 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1697 1698 1699 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1797 1798 1799 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1897 1898 1899 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1997 1998 1999 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2069 2070 2071 2072 2073

## 【0055】実施例7

本発明の磁性薄膜メモリ素子に記録された情報を再生する場合には、再生しようとする磁気抵抗膜上に積層された書き込み線に記録時よりも弱い電流を流して、弱い磁界を発生させる。また、同時に再生しようとするメモリ素子が配列された磁気抵抗膜にも電流を流す。

【0056】こうして磁化情報を保存する第2磁性層の磁化的向きはそのままで再生しようとする磁気抵抗膜の第1磁性層の磁化のみが反転するようになる。この際に現れる抵抗変化によって第2磁性層に記録された磁化情報を検出することができる。

## 【0057】実施例8

本発明の磁性薄膜メモリに用いられる磁気抵抗膜は、スピニ依存散乱によって磁気抵抗効果を生じさせることができ。このスピニ依存散乱による磁気抵抗効果は、伝導電子の散乱がスピニによって大きく異なることに由来している。即ち磁化と同じ向きのスピニを持つ伝導電子はあまり散乱されないため抵抗値が小さくなるが、磁化と反対向きのスピニを持つ伝導電子は散乱によって抵抗値が大きくなる。このため、第1磁性層と第2磁性層の磁化が反対向きである場合は、同じ向きである場合の抵抗値よりも大きくなる。また、本発明の磁性薄膜メモリ素子は、再生時に電流を膜面に平行に流すCIP (Current In-plane to the film Plane) - MR (Magneto-Resistance) 効果を用いる。

## 【0058】比較例1

従来の構造の磁性薄膜メモリ素子は、図10に示すように磁気抵抗膜を積層していないため、1ビットに一つの磁性薄膜メモリ素子の面積が必要となる。これに対して本発明の磁性薄膜メモリ素子は積層されているため、1ビットのメモリ素子の面積に、2ビット以上情報を保存することができる。例えば図1に示した磁性薄膜メモリ素子は4段積層されているため、1ビットのセル面積に4ビットの集積化が可能となる。積層回数を増せば、集積度はさらに向上する。このため、集積度が従来の構\*

\* 造のメモリと比較して飛躍的に向上する。

## 【0059】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように、従来の半導体メモリと比較して、より高い集積度を実現できるという効果を有する。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の磁性薄膜メモリの断面を示した図である。

【図2】図1に示した磁気抵抗膜1をより詳細に示した図である。

【図3】本発明の磁性薄膜メモリの実施例2について、その断面を示した図である。

【図4】本発明の実施例4の磁性薄膜メモリの断面を示した図である。

【図5】本発明の実施例5の磁性薄膜メモリの一単位の直列構造を示した図である。

【図6】本発明の実施例5の磁性薄膜メモリの一単位の直列構造を並列化構造とした構成の図である。

【図7】本発明の実施例5に記載のトランジスタを設けたデバイス構造の断面図の例を示した図である。

【図8】本発明の実施例5に記載の別のトランジスタを設けたデバイス構造の断面図の例を示した図である。

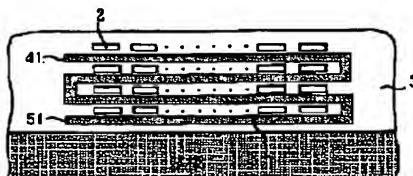
【図9】図1の構造を側面から見た図である。

【図10】従来の構造の磁性薄膜メモリ素子を示す図である。

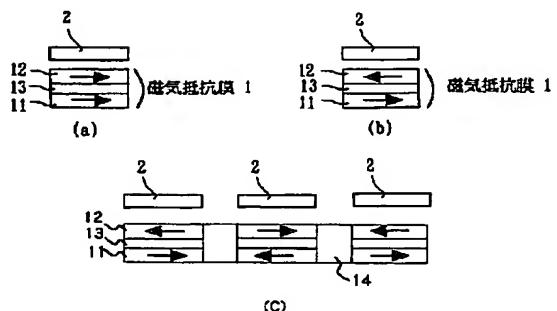
## 【符号の説明】

1	磁気抵抗膜
2	書き込み線
3	絶縁体
4、5、7	良導体
6	抵抗値の低い良導体
41、51	磁気抵抗膜の端部
8	ゲート電極
9、10	n型ウエル
11	第1磁性層
12	第2磁性層

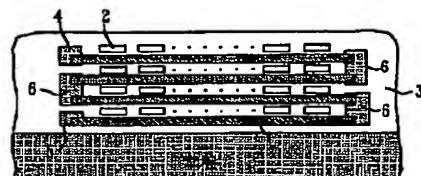
【図1】



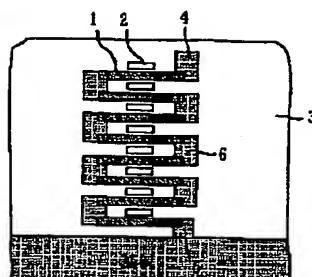
【図2】



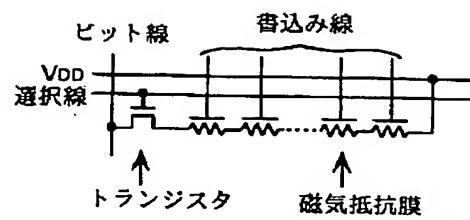
【図3】



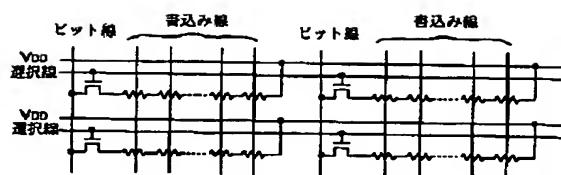
【図4】



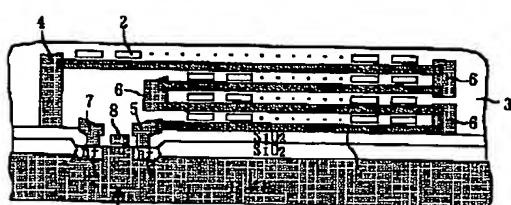
【図5】



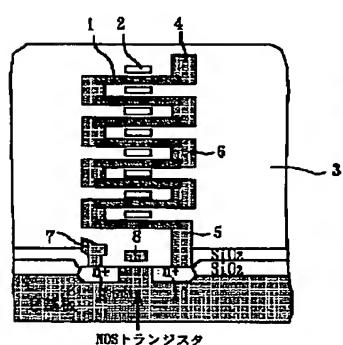
【図6】



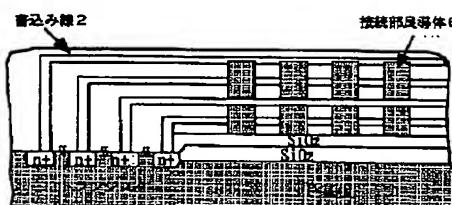
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

